

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-170611

(43) 公開日 平成10年(1998) 6月26日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

G 0 1 R 31/28

G 0 1 R 31/28

K

1/06

1/06

A

31/02

31/02

H 0 5 K 3/00

H 0 5 K 3/00

T

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願平9-296508

(22) 出願日 平成9年(1997)10月29日

(31) 優先権主張番号 7 4 1 1 5 1

(32) 優先日 1996年10月29日

(33) 優先権主張国 米国 (U S)

(71) 出願人 590000400

ヒューレット・パッカード・カンパニー
アメリカ合衆国カリフォルニア州バロアル
ト ハノーバー・ストリート 3000

(72) 発明者 トレーシー・エル・セイアー

アメリカ合衆国コロラド州80528, フォー
ト・コリンズ, スカイエ・コート・2001

(72) 発明者 ロバート・エイ・シュルツ

アメリカ合衆国コロラド州80537, ラブラ
ンド, レッドバード・プレイス・4331

(74) 代理人 弁理士 古谷 馨 (外 2 名)

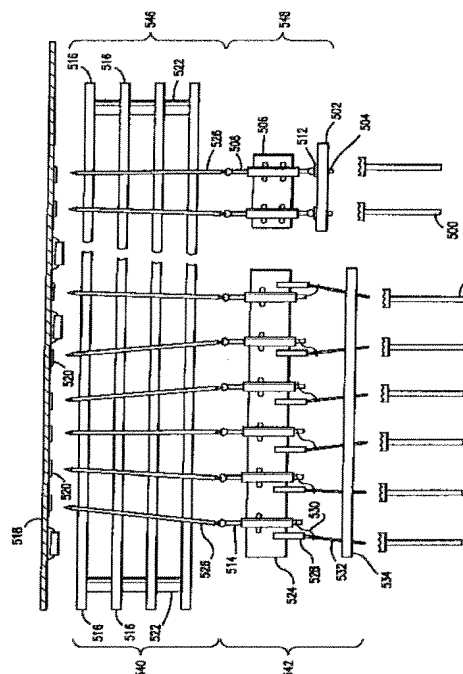
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 実装済み回路基板の標準及び制限アクセス・ハイブリッド試験用取付具

(57) 【要約】

【課題】 本発明の目的は、標準アクセス・ターゲットと制限アクセス・ターゲットの両方に対する探査を可能にする、実装済みプリント回路基板のハイブリッド試験用取付具を提供すること。

【解決手段】 制限アクセスの非洗浄テスト・ターゲット 534 の高精度で、高精細ピッチの探査を達成するために、長い傾斜した又は垂直なテスト・プローブ 546, 550, 554、ガイド・プレート 522 及び制限されたプローブ先端の移動を利用する。標準アクセスのテスト・ターゲット 574, 576 を探査するために、標準バネ・プローブ 538, 540 及び長いワイヤラップ・ポスト 556 又は長いワイヤラップ・ワイヤ 515, 516 を利用する。テスト・ターゲットと多重化テスト資源 502 を結合するために、バネ・プローブ 552、プローブ取付プレート 524、パーソナリティ・ピン 510, 568, 570, 572, 578 及びアライメント・プレート 504 を利用する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 テストを受ける実装済み基板装置上の1つ以上の制限アクセス・テスト・ターゲット、及び1つ以上の標準アクセス・テスト・ターゲットを、テストのインターフェイス・プローブと電氣的に接続するためのハイブリッド試験用取付具において、

- a) 1つ以上の長いテスト・プローブと、
- b) 少なくとも上部ガイド・プレート及び下部ガイド・プレートを備え、所定の位置にスルー・ホールを備え、前記長いテスト・プローブが、それぞれ、前記スルー・ホールを通して延び、前記1つ以上の制限アクセス・テスト・ターゲットのうちの対応する1つと一列に並ぶようになっている、複数の略平行なガイド・プレートと、
- c) 前記上部ガイド・プレートに取り付けられて、それぞれが、前記1つ以上の標準アクセス・テスト・ターゲットのうちの対応する1つと一直線に並ぶようになっている、1つ以上のバネ・プローブと、
- d) 前記ハイブリッド試験用取付具が前記テストに取り付けられる場合、前記複数のガイド・プレートと前記テストの前記インターフェイス・プローブの間に位置する、プローブ取付プレートと、
- e) 前記1つ以上の長いテスト・プローブ、及び前記1つ以上のバネ・プローブのうちの少なくとも1つと、前記プローブ取付プレートに取り付けられた前記インターフェイス・プローブを電氣的に接続するための手段と、
- f) アライメント・プレートとからなり、前記ハイブリッド試験用取付具が前記テストに取り付けられる場合、前記1つ以上の長いテスト・プローブ、及び前記1つ以上のバネ・プローブのうちの前記少なくとも1つと、前記インターフェイス・プローブを電氣的に接続するための手段は、前記1つ以上の長いテスト・プローブ、及び前記1つ以上のバネ・プローブのうちの前記少なくとも1つを電氣的に接続するための手段が、前記テストの対応するインターフェイス・ピンと一列に並ぶような仕方で、前記アライメント・プレートを通して延びることを特徴とする、ハイブリッド試験用取付具。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、一般に、プリント回路基板をテストする試験装置の分野に関するものであり、とりわけ、電子コンポーネント等を備えた電子回路カードと、実装済み基板テストのインターフェイス・プローブとを電氣的に相互接続するための基板試験用取付具及び他の機械的インターフェイスに関するものである。

【0002】

【従来の技術】

実装済み基板試験用取付具

プリント回路基板（PCB）の製造、及びコンポーネントの実装が終わった後で、その利用またはアSEMBルさ

れる製品への配置が可能になる前に、該回路をテストして、必要とされる全ての電気接続が、適正に完了したこと、及び必要とされる全ての電気コンポーネントが、適正な配置及び適正な配向で取り付けまたは実装されたことを検証すべきである。プリント回路基板をテストする他の理由としては、適正なコンポーネントが用いられたか否か、及びそれらが適正な値であるか否かを測定し、検証するためである。また、各コンポーネントが適正に機能を果たすか否かを判定する（すなわち、仕様に基づいて）ことも必要とされる。電気コンポーネント及び電気機械コンポーネントによっては、取り付け後、調整が必要になる場合もあり得る。

【0003】 実装済み基板のテストは、複雑な多重化テスト資源を有しており、上側及び下側にコンポーネントが実装された基板のハンダ付けリード、パイヤ、及びテスト・パッドの探査が可能である。実装済み基板のテストには、電気接続、電圧、抵抗、キャパシタンス、インダクタンス、回路機能、デバイス機能、極性、ベクトル試験、ベクトルレス試験、及び回路機能試験といった、アナログ及びデジタル・テストが含まれている。実装済み基板テストには、テスト・ターゲットと器具コンポーネントの間の接触抵抗が極めて弱いことが必要とされる。

【0004】 回路基板及び電子コンポーネント実装テクノロジーの進歩によって、実装済み基板試験装置にかかるプローブ間隔要求が増大してきた。既存の最先端テクノロジーでは、50ミル以下（中心間）の間隔が離れたテスト・ターゲットにアクセスすることが可能な実装済み基板試験装置が必要とされ、この場合、テスト・ターゲットは、テスト中に探査される可能性のあるPCBまたは電子コンポーネントにおける物理的特徴である。実装済み基板試験装置メーカーが現在及び将来直面する最大の難問の1つは、物理的及び電氣的接触問題が原因の誤故障及び試験機能不良率が高くなるということである。これらの問題は、既存の試験用取付具の探査精度、探査ピッチ（中心間の間隔）、及び表面汚染に関する限界によって悪化する。

【0005】 コンポーネント及び基板の形状寸法が縮小され、密度が高まるにつれて、標準的な試験用取付具を用いた実装済み基板試験は、より困難になる。既存のショートワイヤによる実装済み基板試験用取付具は、直径が35ミル（0.889mm）以上で、ピッチが75ミル（1.905mm）以上のテスト・ターゲットの一貫した打診が可能である。より小型か、あるいは、より間隔の密なターゲットは、極端に厳しいコンポーネント及びシステム公差が組み合わされるため、一貫した探査は不可能である。

【0006】 試験装置上での実装済み基板のテストには、これまで、さまざまな試験用取付具の利用が可能であった。被試験装置（DUT）は、一般に、電子コンポ

ーメント及び電子ハードウェアが実装されたPCBを具現化したものである。図1には、従来のショート・ワイヤの実装済み基板試験用取付具が示されており、これは、外側の層にアートワークが施されたDUT108と、アライメントをとるための標準ツーリング・ピン106または可変ツーリング・ピン118と、プローブ保護プレート104と、その先端116がテスト・ターゲット位置110及び112に正確に対応する標準バネ・プローブ120と、真空中での実装においてDUTのたわみを制限するためのスペーサ114と、バネ・プローブ120が取り付けられるプローブ取付プレート102と、バネ・プローブ120に配線されるパーソナリティ・ピン100と、パーソナリティ・ピン100のワイヤ・ラップ・テールと規則的な間隔のパターンとのアライメントをとることで、それらがテスト（不図示）に取り付けられたインターフェイス・プローブ124と一直線に並ぶことができるようにするアライメント・プレート122とから構成される。注：バネ・プローブは、試験界によって一般に用いられる標準装置であり、電気信号を伝達し、作動されると、バレル及び／又はソケットに対して相対運動する圧縮バネ及びプランジャを含んでいる。中実プローブも電気信号を伝達するが、作動時に互いに相対運動する追加部品を備えていない。

【0007】テスト中、DUT108は、真空または他の既知の機械的手段によって、引き下げられ、バネ・プローブ120の先端116に接触する。標準バネ・プローブ120のソケットは、パーソナリティ・ピン100に配線され、アライメント・プレート122は、長い可撓性のパーソナリティ・ピンの先端126を一箇所に集めて、規則的な間隔のパターンをなすようにする。パーソナリティ・ピン100の先端126は、テスト（不図示）に配置されたインターフェイス・プローブ124に接触する。DUT108とテストが電氣的に接触すると、イン・サーキットまたは機能試験を開始することが可能になる。「Reducing Fixture-Induced Test Failure s」と題するヒューレット・パッカード・カンパニーのアプリケーション・ノート340-1（1990年12月に印刷され、カリフォルニア州パロ・アルト所在のヒューレット・パッカード・カンパニーから入手可能である）には、ショート・ワイヤ取付具の開示があり、その教示の全てを本明細書に取り込む。Cook他による「Vacuum-Actuated Test Fixture」と題する米国特許第4,771,234号には、ロング・ワイヤ取付具が開示されており、その教示の全てを本明細書に取り込む。

【0008】図2には、テスト時における制限アクセスの問題に取り組もうとした従来の取付具の1つが示されている。「制限アクセス」という用語は、物理的制限または制約のため、簡単に到達またはアクセスできない何かを表している。例えば、制限アクセスPCBには、間隔が詰まりすぎて、既存の試験用取付具テクノロジーを用

いて正確に探查することができない多くのターゲットが含まれていることもある。「標準アクセス」という用語は、既存の試験用取付具テクノロジーを用いて、到達またはアクセスすることが可能なものを表している。図2の取付具は、テスト・パッド208及び210を備えたDUT206と、ツーリング・ピン204と、プローブ保護プレート202と、プローブ取付プレートに取り付けられた標準バネ・プローブ214及び216と、プローブ保護プレートに直接取り付けられた、一般に「ULTRALIGN」プローブと呼ばれる（Ultralign は、TTI Testron, Inc.の登録商標である）短いプローブ212及び220とから構成される。作動させると、プローブ取付プレートに配置された標準バネ・プローブ216及び214が、「ULTRALIGN」プローブ212及び220のフローティング・プランジャに押しつけられる。これらの短いプランジャは、上方に押しやられて、テスト・ターゲット208及び210と接触し、一方、ソケット218及び222は、プローブ保護プレート202内に固定された状態のままである。「ULTRALIGN」取付具には、標準アクセス・ターゲットの探查用バネ・プローブと、制限アクセス・ターゲットの探查用「ULTRALIGN」プローブの混合体を含むことも可能である。

【0009】その潜在的可能性を秘めた利点にもかかわらず、「ULTRALIGN」取付具は、効果となる可能性があり、また、ピッチが50ミル（1.27mm）未満のターゲットは探查しない。「ULTRALIGN」取付具の場合、プローブ212及び220とテスト・ターゲット208及び210の間に貧弱な接続を生じさせることになる、制限されたプローブの移動を可能にするだけである。また、これらのプローブは、コスト高であり、磨耗または破壊された「ULTRALIGN」プローブを交換するのに割高な保守が必要になる。このタイプの取付具の一例が、Seaveyに対する「Test Fixture for Printed Circuit Boards」と題する米国特許第5,510,772号に開示されており、その教示の全てを本明細書に取り込む。

【0010】図3には、従来のガイド付きプローブ保護プレート取付具が示されている。ガイド付きプローブ保護プレートは、バネ・プローブのポインティング精度を向上させるため、標準的な実装済み基板試験用取付具に用いられる。これらのプレートには、円錐形のスルー・ホールが含まれており、これは、バネ・プローブの先端をテスト・ターゲットに向かってガイド、すなわち集める。こうした取付具は、標準バネ・プローブ312及び314を備えたプローブ取付プレート300と、スペーサ310を備えたガイド付きプローブ保護プレート302と、バネ・プローブをDUT304上のテスト・ターゲット306及び308までガイドする円錐形ホール316とから構成される。プローブ及びプローブ保護プレートの摩耗が増すため、製造ステップを追加し、取付具の保守回数を増やすことが必要になるので、一般には、

10

20

30

40

50

細いプローブ先端スタイルしか利用することができない。この方法によれば、探査精度はわずかに向上するが、中心間の間隔が 7.5 ミル (1.905 mm) 未満のターゲットを信頼性良く探査することはできない。

【0011】裸基板試験用取付具

裸基板試験では、裸プリント回路基板上のテスト・パッド、バイア、及びメッキ・スルーホールだけしか探査せず、コンポーネントが基板に実装される前に、プリント回路基板における回路の様々なテスト・ポイント間の電気的接続、及び導通についてテストを行う。典型的な裸

基板テストには、テスト・プローブを電子試験解析器の対応するテスト回路に接続する膨大な数のスイッチを備えたテスト電子回路が含まれている。

【0012】実装済み基板試験によれば、電子コンポーネントの存在、適正な配向、または機能性を判定することが可能であるが、裸基板試験では、コンポーネントのない PCB における電気的導通についてしか検査されない。裸基板試験では、実装済み基板試験で必要とされる極めて弱い接触抵抗は必要とされないし、被試験装置における特定のターゲット及び回路に割り当てなければならない、精巧で、複雑な多重化テストヘッド資源も利用されない。

【0013】過去何年も、PCB は、その特徴が規則的な間隔をあけたパターンに存するように設計され、製造されていた。テスト中、PCB は、テストに配置された規則的な間隔のパターンをなすインターフェイス・プローブの上に直接配置された。PCB 及びコンポーネントの形状寸法が縮小するにつれて、PCB 特徴は、もはや、規則的な間隔のパターンではなく、インターフェイス・プローブによる直接的な探査を受けることができなくなる。長い傾いた中実プローブを利用して、小さく、間隔が密で、PCB 上にランダムに配置されたターゲットと、テストに配置された規則的な間隔のインターフェイス・プローブとの間を電気的に接続する、裸基板試験用取付具が開発された。Circuit Check, Inc. (Maple Grove, Minnesota), Everett Charles Technologies (Pomona, California), 及び Mania Testerion, Inc. (Santa Ana, California) は、数ある中で、今日、裸基板テストに一般に用いられている裸基板試験用取付具を製造している。

【0014】裸基板試験用取付具の各製作者は、独自のコンポーネント及び製造プロセスを利用しているが、大部分の裸基板試験用取付具は、図 4 に似ており、それには、テストに規則的な間隔をあけて配置されたバネ・プローブ 414 と、小さいスルー・ホールがあけられ、間隔をおいてスペーサ 410 に保持されている、いくつかの層をなすガイド・プレート 400 に挿入された、長い中実のテスト・プローブ 402 及び 416 とが含まれている。標準バネ・プローブ 414 のベッドによって、中実テスト・プローブ 402 及び 416 が作動する。テスト・パッド 404 及び 406 の取付具の PCB 側の精細

な (または極めて密な) ピッチ間隔と、バネ・プローブの取付具のテスト側のより大きいピッチ間隔との間の容易な移行を促進するため、長い中実プローブをガイド・プレートに垂直に、または、角度をつけて挿入することが可能である。こうした裸基板試験用取付具の 1 つは、Swart 他に対する「Retention of Test Probes in Transistor Fixtures」と題する米国特許第 5,493,230 号に開示されており、その教示の全てを本明細書に取り込む。

【0015】既存の裸基板試験用取付具は、直径が 2.0 ミル (0.508 mm) 以上で、ピッチ (中心間の間隔) が 2.0 ミル (0.508 mm) 以上のテスト・ターゲットの一貫した打診が可能である。あいにく、裸基板試験装置と実装済み基板試験装置をそのままでは互換できないようにする、多くの独自の特徴が存在するので、裸基板試験用取付具を実装済み基板テストに直接用いることはできない。

【0016】裸基板試験用取付具は、電子コンポーネントが取り付けられた PCB に適応するには設計されておらず、PCB と面一の PCB 特徴 (パッド、バイア、及びメッキ・スルーホール) だけしか探査することができない。裸基板テストは、PCB におけるテスト・ポイント及び回路要素の接続及び導通を測定するために用いられる。裸基板テストとは異なり、実装済み基板テストは、PCB 上のターゲットとテスト電子部品との間における電気抵抗の増大を許容することができない。実装済み基板試験用取付具は、ターゲット、取付具コンポーネント、及びテスト電子部品の間に、低抵抗の接続及びインターフェイスを与えなければならない。実装済み基板テストとは異なり、裸基板テストは、コンポーネントまたはコンポーネントのグループが存在し、適正に機能するか否かを判定することができない。

【0017】裸基板テスト・インターフェイス・プローブの間隔は、約 0.050 インチ (1.27 mm) × 0.050 インチ (1.27 mm)、または 0.100 インチ (2.54 mm) × 0.100 インチ (2.54 mm) であるが、ヒューレット・パッカード社のテスト・インターフェイス・プローブの間隔は、約 0.150 インチ (3.81 mm) × 0.350 インチ (8.89 mm) である。裸基板テストに合うように設計される裸基板取付具のプローブ間隔は、ヒューレット・パッカード社の実装済み基板テストのインターフェイス・プローブ間隔に適合しない。裸基板試験用取付具は、被試験 PCB 上のターゲットを、裸基板テストにおける最も近いインターフェイス・プローブにまで並進させる。しかし、実装済み基板テスト資源は、特定のターゲット及び回路に対して固有の割り当て及びリンクを施さなければならない。実装済み基板試験の場合、最も近いインターフェイス・プローブが所定のターゲットに適合しない可能性があり得る。裸基板試験用取付具は、隣接、非隣接、及び遠隔のテスト資源に対して、固有の電気的経路

選択を行うことができないし、遠隔資源に到達することができないし、実装済みプリント回路基板が必要とする複雑な実装済み基板資源経路選択パターンを提供することができない。

【0018】「非清浄」という用語は、コンポーネントを取り付けた後、プリント回路アセンブリに残る非導電性ハンダ・フラックス残留物を表している。この汚染物質を除去しない限り、非清浄ターゲット、すなわち、この非導電性表面残留物で被われたターゲットのために、電気的接触が貧弱になり、テストが困難になる。さらに、コンポーネント・パッケージングの縮小化及びPCBの高密度化といった産業界の傾向のために、電子機器メーカは、ターゲットの中心間隔の短縮、及びターゲットの直径の縮小に立ち向かわざるを得なくなっている。これらの難題は、今日の非清浄な実装済みプリント回路基板上におけるより小さく、より間隔の密なターゲットを探索し、同時に、上側及び下側にコンポーネントを備えた、実装済み基板のバイア及びテストパッドを探索して、電気接続、電圧、抵抗、キャパシタンス、インダクタンス、回路機能、デバイス機能、極性、ベクトル試験、ベクトルレス試験、及び回路機能試験に関するテストを行うことによって、信頼できる、一貫したプリント回路アセンブリのイン・サーキット及び回路機能試験を可能にする、改良された実装済み基板試験用取付具を必要とする。

【0019】実装済み基板試験装置メーカ及び取付具製作業者は、小型で、ピッチの精細なターゲットの試験性を向上させるため、いくつかの付属品及び製品を設計しているが、物理的及び電気的接触の問題を完全に解決し、同時に、価格、及び、製造及び保守の容易さにおいて競合力を保った設計はない。さらに、多くのプリント回路アセンブリには、制限アクセス取付具によって得られる精度を必要とする可能性もあれば、必要としない可能性もある、さまざまなサイズ及び間隔のターゲットが含まれているので、完全に制限アクセス取付具テクノロジーから構成される高精度の試験用取付具は、コスト高となり、不必要になる可能性がある。従って、標準アクセスのテスト・ターゲットと制限アクセスのテスト・ターゲットの両方に適応することが可能である、ハイブリッド試験用取付具を備えることが望ましい。

【0020】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、制限アクセス試験に関連した物理的及び電気的接触の問題を解決し、価格的に競合力があり、実装済み基板テストが必要とする精巧な資源の割り当てに適合し、製造及び保守が比較的容易で安価な、こうした実装済み基板の改良されたガイド付きプローブによる試験用取付具を提供することにある。

【0021】本発明の他の目的は、探索精度が向上し、非清浄試験性が改善され、精細ピッチ探索能力が高めら

れた、こうした実装済み基板の改良されたガイド付きプローブによる試験用取付具を提供することにある。

【0022】本発明の他の目的は、標準アクセス・ターゲットと制限アクセス・ターゲットの両方に対する探索を可能にするハイブリッド試験用取付具を提供することにある。

【0023】

【課題を解決するための手段】本発明によれば、所定の位置に電子デバイスを備えたプリント回路基板と、プリント回路基板における電子デバイスの位置に対応する所定の位置に電気的接点を備えた1つ以上のプローブ取付プレートとのインターフェイスをとる、実装済み基板試験用取付具システムが得られる。実施例の1つでは、実装済み基板試験用取付具システムには、外側の層にネットワークが施された被試験装置(DUT)及び電子コンポーネントと、DUTと取付具のアライメントをとる何らかの方法と、独自のパターンをなすようにあけられたスルー・ホールを備えた、いくつかのガイド・プレートと、その先端がテスト・ターゲット位置に正確に一致するテスト・プローブと、中実のテスト・プローブとテストのインターフェイス・プローブとの間の複雑な信号経路選択を可能にするショート・ワイヤ取付具コンポーネントから構成される、ハイブリッド・ガイド付きプローブ・テスト・システムが含まれている。取付具のDUT側における精細なピッチ間隔のターゲットと、取付具の反対側にあたるプローブ取付プレート上のより大きいピッチのバネ・プローブとの間における容易な移行を促進するため、長い傾斜した、または垂直なテスト・プローブが用いられる。上部ガイド・プレートに取り付けられた短いバネ・プローブは、DUTに配置された標準アクセス・ターゲットの探索に用いられる。

【0024】本発明のハイブリッド・ガイド付きプローブ試験用取付具は、長い傾斜したまたは垂直なテスト・プローブ、プローブ・ガイド・プレート、及び制限されたプローブ先端の移動を利用して、高精度の精細ピッチ探索を実現する。本発明のハイブリッド・ガイド付きプローブ試験用取付具は、標準アクセス・ターゲットを探索するため、上部ガイド・プレートに取り付けられた短いバネ・プローブを利用する。本発明のハイブリッド・ガイド付きプローブ試験用取付具は、バネ・プローブ、プローブ取付プレート、パーソナリティ・ピン、及びアライメント・プレートを利用して、テスト・ターゲットと実装済み基板テストの多重化テスト・インターフェイス・プローブを結合する。

【0025】さらに、非清浄ターゲットを探索するシステムの能力は、バネ力の強いプローブと、作動中に傾斜したプローブの先端がターゲットを拭き、擦る動作によって高められる。本発明のハイブリッド試験用取付具によれば、取付具及びコンポーネントの公差の縮小によって探索精度が向上し、プローブの拭き取り動作(中実プ

ローブの先端によるターゲットの拭き取り)、及びバネ力の強いプローブによって非清浄試験性が向上し、コンポーネント寸法の縮小によって精細ピッチ・ターゲットの探查能力が向上し、在庫取付具コンポーネントの利用によって標準アクセス・ターゲットの探查が安価になった。探查の不正確さ、及びプローブ先端の摩耗といった傾斜プローブに関連した問題も、本発明のハイブリッド試験用取付具における非傾斜標準アクセス・バネ・プローブの存在によって最小限に抑えられる。

【0026】

【発明の実施の形態】図5の略ブロック図を参照すると、本発明による標準アクセス・テスト・ターゲット、及び制限アクセス・テスト・ターゲットの両方の探查が可能な、ハイブリッド実装済み基板のガイド付きプローブ試験用取付具500が例示されている。本発明の試験用取付具は、2つの主たるアセンブリを含んでいる。第1のアセンブリ580は、中実ユニットとして取付具を互いに保持する中実ポスト520によって平行に支持された、一連の垂直方向に間隔をあけて配置された平行なガイド・プレート522から構成される並進取付具である。取付具には、DUT536の標準アクセス・ターゲット574及び576にアクセスするために、バネ・プローブ532、538、及び540が取り付けられた、上部ガイド・プレート526が含まれている。本発明の第2の主たるアセンブリは、プローブ取付プレート524、及びアライメント・プレート504からなるユニットである。

【0027】制限アクセス・ターゲット534は、並進ガイド・プレート522のガイド・ホールを通して延びる、さまざまなタイプの長い傾斜したテスト・プローブの任意の1つによってアクセスされる。上部ガイド・プレート526は、傾斜プローブの幾何学形状を最適にし、裸基板試験用取付具コンポーネントの探查精度を高めるため、DUT536の反対側にあたるさまざまな位置530に、座ぐり及びフライス加工が施される。長いテスト・プローブ546、548、及び554は、被試験装置536の精細ピッチのターゲット534から、プローブ取付プレート524のピッチの大きいターゲットへの容易な移行を促進する能力を特徴とする。プローブ取付プレート524におけるピッチの大きいターゲット552、560、及び562は、テスト・プローブ546、548、及び554と、プローブ取付プレート524におけるパーソナリティ・ピン568、570、及び572を電氣的に接続するために用いられる。プローブ取付プレートは、当該技術において周知のところであり、こうしたプレートの1つに、ガラス繊維強化エポキシ製のプローブ取付プレートがある。

【0028】テスト・プローブ554には、プローブ取付プレート524に取り付けられたバネ・プローブ552の上に載り、それによって作動する中実のテスト・プ

ローブが含まれている。バネ・プローブ552は、プローブ取付プレート524を通して、並進取付具580に面した第1の側から、アライメント・プレート504に面した第2の側に延びている。バネ・プローブ552は、ワイヤラップ564によって、プローブ取付プレート524の第2の側におけるパーソナリティ・ピン568に電氣的に接続されている。パーソナリティ・ピン568は、プローブ取付プレート524の第2の側に埋め込まれている。パーソナリティ・ピン568の長いワイヤラップ・ポストが、アライメント・プレート504のホールを通して延び、テスト（不図示）に対するインターフェイス・プローブ502と接触する。テストのインターフェイス・プローブ502は、所定の固定された規則的間隔のグリッド・パターンをなしている。アライメント・プレート504によって、パーソナリティ・ピン568のワイヤラップ・ポストと、テストの対応するインターフェイス・ピン502の所定の位置とのアライメントがとられる。

【0029】テスト・プローブ548には、その内側にバネを備えたバレル及び／またはソケット550を含むバネ・プローブ・アセンブリ内から延びる、プローブ・プランジャが含まれている。テスト・プローブ548は、プローブ取付プレート524に取り付けられたパーソナリティ・ペグ560に載っている。パーソナリティ・ペグ560は、プローブ取付プレート524を通して、並進取付具580に面した第1の側から、アライメント・プレート504に面した第2の側に延びている。パーソナリティ・ペグ560は、ワイヤラップ566によって、プローブ取付プレート524の第2の側におけるパーソナリティ・ピン570に電氣的に接続されている。パーソナリティ・ピン570は、プローブ取付プレート524の第2の側に埋め込まれている。パーソナリティ・ピン570の長いワイヤラップ・ポストが、アライメント・プレート504のホールを通して延び、テスト（不図示）に対するインターフェイス・プローブ502と電氣的に接触する。アライメント・プレート504によって、パーソナリティ・ピン570のワイヤラップ・ポストと、テストの対応するインターフェイス・ピン502の所定の位置とのアライメントがとられる。

【0030】テスト・プローブ546には、プローブ取付プレート524に取り付けられたパーソナリティ・ポスト562上に載るワッフル端付きバネ・プローブ・アセンブリ内から延びる、プローブ・プランジャが含まれている。パーソナリティ・ポスト562は、プローブ取付プレート524を通して、並進取付具580に面した第1の側から、アライメント・プレート504に面した第2の側に延びている。パーソナリティ・ポスト562は、ワイヤラップ512によって、プローブ取付プレート524の第2の側におけるパーソナリティ・ピン572に電氣的に接続されている。パーソナリティ・ピン5

10

20

30

40

50

72は、プローブ取付プレート524の第2の側に埋め込まれている。パーソナリティ・ピン572の長いワイヤラップ・ポストが、アライメント・プレート504のホールを通して延び、テスト（不図示）に対するインターフェイス・プローブ502と電氣的に接触する。アライメント・プレート504によって、パーソナリティ・ピン572のワイヤラップ・ポストと、テストの対応するインターフェイス・ピン502の所定の位置とのアライメントがとられる。

【0031】長いテスト・プローブ546、548、及び554は、並進取付具580の第1の側において、実装済み基板536の制限アクセス・テスト・ターゲット534とアライメントがとれている。テスト・ターゲット546、548、及び554は、並進取付具580の第2の側において、それぞれ、パーソナリティ・ポスト562、パーソナリティ・ペグ560、及びバネ・プローブ552とアライメントがとれている。制限アクセス・テスト・プローブ554のバネ・プローブ552、制限アクセス・テスト・プローブ548のパーソナリティ・ペグ560、及び制限アクセス・テスト・プローブ546のパーソナリティ・ポスト562は、プローブ及びターゲットの固有の幾何学形状及び高さに適応するため、プローブ取付プレート524内における特定の所定の深さに取り付けることが可能である。

【0032】パーソナリティ・ピン572、パーソナリティ・ペグ560、及びパーソナリティ・ポスト562は、独自のコンポーネントである。パーソナリティ・ピン572は、プローブ取付プレートの下側に取り付けられており、ソケットまたはワイヤラップを受けることが可能な金属テールを備えている。パーソナリティ・ペグ560及びパーソナリティ・ポスト562は共に、プローブ取付プレートを通して延びている。パーソナリティ・ペグ560は、電気を導通し、鋭い物体との接触に適した大形ヘッド、及びソケットまたはワイヤ・ラップ受けることが可能なテールを備えている。パーソナリティ・ポスト562は、やはり、電気を導通するが、小型のヘッド、及びソケットまたはワイヤラップを受けることが可能なテールを備えている。

【0033】標準アクセス・ターゲット574及び576は、並進取付具580の上部ガイド・プレート526に取りつけられたバネ・プローブ532、538、及び540によってアクセスされる。バネ・プローブ532、538、及び540は、下記の方法の1つによって、テストのインターフェイス・プローブ502に電氣的に接続される。

【0034】まず、バネ・プローブ532は、ガイド・プレート522及びプローブ取付プレート524のホールを通して延びる、長いワイヤラップ・テール556を備えることが可能である。長いワイヤラップ・テール556は、ワイヤラップ558によって、プローブ取付プ

レート524の第2の側におけるパーソナリティ・ピン510に電氣的に接続される。パーソナリティ・ピン510は、プローブ取付プレート524の第2の側に埋め込まれている。パーソナリティ・ピン510の長いワイヤラップ・ポストが、プレート504とアライメントのとれたホールを通して延び、テスト（不図示）に対するインターフェイス・プローブ502と接触する。アライメント・プレート504によって、パーソナリティ・ピン510のワイヤラップ・ポストと、テストの対応するインターフェイス・ピン502の所定の位置とのアライメントがとられる。

【0035】バネ・プローブ540は、ガイド・プレート522を通して経路選択され、プローブ取付プレート524に埋め込まれたパーソナリティ・ポスト514に対してワイヤ・ラッピングが施された、長いワイヤ・ラップ515を備えることが可能である。パーソナリティ・ポスト514は、プローブ取付プレート524を通して、並進取付具580に面した第1の側から、アライメント・プレート504に面した第2の側に延びている。パーソナリティ・ポスト514は、ワイヤラップ584によって、プローブ取付プレート524の第2の側におけるパーソナリティ・ピン578に電氣的に接続されている。パーソナリティ・ピン578は、プローブ取付プレート524の第2の側に埋め込まれている。パーソナリティ・ピン578の長いワイヤ・ラップ・ポストが、アライメント・プレート504のホールを通して延び、テスト（不図示）に対するインターフェイス・プローブ502と電氣的に接触する。アライメント・プレート504によって、パーソナリティ・ピン578のワイヤラップ・ポストと、テストの対応するインターフェイス・ピン502の所定の位置とのアライメントがとられる。

【0036】バネ・プローブ538は、ガイド・プレート522を通して経路選択され、プローブ取付プレート524に埋め込まれた長いパーソナリティ・ポスト518に対してワイヤ・ラッピングが施された、長いワイヤラップ516を備えることが可能である。パーソナリティ・ポスト518は、プローブ取付プレート524を通して、並進取付具580に面した第1の側から、アライメント・プレート504に面した第2の側に延びており、アライメント・プレート504のホールを通して、テスト（不図示）に対するインターフェイス・プローブ502と接触する。アライメント・プレート504によって、パーソナリティ・ポスト518と、テストの対応するインターフェイス・ピン502の所定の位置とのアライメントがとられる。

【0037】試験用取付具の正確なアライメントは、信頼性の良い動作にとって不可欠である。DUT536と並進取付具580とのアライメントは、基板テスト技術において周知のソーリング・ピン（不図示）によって維持される。並進取付具580とプローブ取付プレート5

2 4 との間のアライメントは、アライメント・ピン（不図示）または他の既知の手段によって維持される。アライメント・プレート 5 0 4 とインターフェイス・プローブ 5 0 0 との間のアライメントは、実装済み基板テスト技術において周知の取付及びロック・ハードウェアを介して制御される。

【0 0 3 8】試験用取付具の操作方法は、次の通りである。並進アセンブリ 5 8 0 が、プローブ取付プレート／アライメント・プレート・アセンブリ 5 8 2 に取り付けられる。次に、並進取付具 5 8 0、及びプローブ取付プレート／アライメント・プレート・アセンブリ 5 8 2 を含む取付具全体が、テストの規則的間隔をあけたグリッド状のインターフェイス・プローブ 5 0 2 に取り付けられる。次に、テストを受ける実装済みプリント回路基板 5 3 6 が、ツーリング・ピン（不図示）によって、並進取付具アセンブリ 5 8 0 に配置される。次に、プリント回路基板 5 3 6 のテスト・ターゲット 5 3 4、5 7 4、及び 5 7 6 が、真空、空気圧、または機械式作動手段を含む、いくつかある既知の手段のうち任意の手段によって、並進取付具アセンブリ 5 8 0 のテスト・プローブ 5 3 2、5 3 8、5 4 0、5 4 6、5 4 8、及び 5 5 4 と接触することになる。

【0 0 3 9】プリント回路基板 5 3 6 がテスト（不図示）に引き寄せられるにつれて、長いテスト・プローブ 5 5 4、5 4 8、及び、5 4 6 が、D U T 5 3 6 のテスト・ターゲット 5 3 4 と、それぞれ、バネ・プローブ・アセンブリ 5 5 2、バネ・プローブ・アセンブリ 5 5 0、及びワッフル端付きバネ・プローブ・アセンブリ 5 4 4 との間に挟まれることになり、この結果、長いテスト・プローブ 5 5 4、5 4 8、及び 5 4 6 の先端と、制限アクセス・テスト・ターゲット 5 3 4 との間に良好な低抵抗接触が生じることになる。既存の非清浄実装済み基板製造プロセスに起因するフラックス残留物が、プリント回路基板に残されていたとしても、バネ・プローブ・アセンブリ 5 5 2、バネ・プローブ・アセンブリ 5 5 0、及びワッフル端付きバネ・プローブ・アセンブリ 5 4 4 のバネ力が、テスト・プローブ 5 5 4、5 4 8、及び 5 4 6 の先端とテスト・ターゲット 5 3 4 との良好な接触を助ける。

【0 0 4 0】プリント回路基板 5 3 6 がテスト（不図示）に引き寄せられるにつれて、標準アクセス・テスト・プローブ 5 3 2、5 3 8、及び 5 4 0 のバネ力が、標準アクセス・テスト・プローブ 5 3 2、5 3 8、及び 5 4 0 の先端と、標準アクセス・テスト・ターゲット 5 7 6 及び 5 7 4 との間における良好な低抵抗接触を助ける。D U T と個々の対応するテスト・プローブとの間に電氣的接触が確立されると、イン・サーキットまたは回路機能試験を開始することが可能になる。

【0 0 4 1】テスト・ターゲットとテストのインターフェイス・プローブとの間で、完全な電氣的接触を生じさ

せるために予測される方法は、実際には 2 つある。1 つの方法は、D U T 5 3 6 をテスト・プローブの先端に直接配置することと、次に、D U T 5 3 6 及び並進取付具 5 8 0 を、プローブ取付プレート 5 2 4 とアライメント・プレート 5 0 4 から成るハイブリッド取付具のユニット 5 8 2 に向かって押しやることを伴うものであり、この場合、ハイブリッド取付具の並進取付具部分 5 8 0 と、ハイブリッド取付具のプローブ取付プレート／アライメント・プレート部分 5 8 2 は、ツーリング・ピンとアライメントがとられるが、互いに関連して垂直方向に移動することが可能である。もう 1 つの方法は、D U T 5 3 6 をテスト・プローブの先端に直接配置することと、次に、D U T 5 3 6 をハイブリッド取付具全体に向かって押しやることを伴うものであり、この場合、並進部分 5 8 0、及びプローブ取付プレート／アライメント・プレート部分 5 8 2 は、スベサ 5 4 2 によって互いにしっかりと固定される。

【0 0 4 2】提案する本発明のハイブリッド試験用取付具は、標準アクセス・ターゲット 5 7 4 及び 5 7 6 と制限アクセス・ターゲット 5 3 4 の混合体を探索することが可能である。長い傾斜したテスト・プローブ 5 4 6、5 4 8、5 5 4、ガイド・プレート 5 2 2、及び制限されたプローブ先端の移動によって、小形でピッチの精細なターゲット 5 3 4 を探索する試験用取付具の能力が向上する。バネ・プローブ 5 5 0、5 5 2、5 4 4、ワイヤラップ 5 6 4、5 6 6、5 1 2、パーソナリティ・ピン 5 1 0、5 6 8、5 7 0、5 7 2、5 7 8、及びアライメント・プレート 5 0 4 によって、複雑なテスト資源割り当てが可能になる。

【0 0 4 3】本発明に関する以上の説明は、例証及び解説のために提示したものである。余すところなく説明しようとか、あるいは、本発明を開示の形態そのままに制限しようと意図したものではなく、以上の教示に鑑みて、他の修正及び変更を加えることも可能である。例えば、プローブ取付プレート 5 2 4 の代わりに、ワイヤレス P C B を用いて、テスト・プローブとインターフェイス・プローブ 5 0 2 を接続することも可能である。さらに、並進取付具にフライス加工を施して、より大形の容量及び誘導型式のテスト・プローブといった、より多くのテスト・プローブ型式にも適応させることが可能である。中実のテスト・プローブは、剛性テスト・プローブだけでなく、可撓性テスト・プローブも含むように意図されている。また、本発明のハイブリッド試験用取付具は、両側に電子コンポーネントが実装されているか、あるいは、両側にテスト・ターゲットが設けられているプリント回路基板のテストを行うため、コラムシェル型式のテストにも利用することが可能である。

【0 0 4 4】さらに、本発明のハイブリッド試験用取付具は、両側に電子コンポーネントが実装されているか、あるいは、両側にテスト・ターゲットが設けられている

10

20

30

40

50

プリント回路基板のテストを行うため、自動テストに連係して利用することも可能である。さらに、本発明の試験用取付具において、異なる型式のテスト・プローブを利用することも可能である。実施例の選択及び解説は、本発明の原理及びその実際の応用例について最も明確に説明することによって、当該技術の他の熟練者が、企図される特定の用途に適したさまざまな実施例、及びさまざまな修正案において、本発明を最も有効に利用することができるようにするために行った。特許請求の範囲は、先行技術による制限のある場合を除いて、本発明の他の代替実施例を含むものと解釈されることを意図している。

【0045】以下に、本発明の実施態様を列挙する。

【0046】1. テストを受ける実装済み基板装置上の1つ以上の制限アクセス・テスト・ターゲット、及び1つ以上の標準アクセス・テスト・ターゲットを、テストのインターフェイス・プローブと電気的に接続するためのハイブリッド試験用取付具において、

a) 1つ以上の長いテスト・プローブと、
b) 少なくとも上部ガイド・プレート及び下部ガイド・プレートを備え、所定の位置にスルー・ホールを備え、前記長いテスト・プローブが、それぞれ、前記スルー・ホールを通して延び、前記1つ以上の制限アクセス・テスト・ターゲットのうちの対応する1つと一列に並ぶようになっている、複数の略平行なガイド・プレートと、
c) 前記上部ガイド・プレートに取り付けられて、それぞれが、前記1つ以上の標準アクセス・テスト・ターゲットのうちの対応する1つと一直線に並ぶようになっている、1つ以上のバネ・プローブと、

d) 前記ハイブリッド試験用取付具が前記テストに取り付けられる場合、前記複数のガイド・プレートと前記テストの前記インターフェイス・プローブの間に位置する、プローブ取付プレートと、

e) 前記1つ以上の長いテスト・プローブ、及び前記1つ以上のバネ・プローブのうちの少なくとも1つと、前記プローブ取付プレートに取り付けられた前記インターフェイス・プローブを電気的に接続するための手段と、

f) アライメント・プレートとからなり、前記ハイブリッド試験用取付具が前記テストに取り付けられる場合、前記1つ以上の長いテスト・プローブ、及び前記1つ以上のバネ・プローブのうちの前記少なくとも1つと、前記インターフェイス・プローブを電気的に接続するための手段は、前記1つ以上の長いテスト・プローブ、及び前記1つ以上のバネ・プローブのうちの前記少なくとも1つを電気的に接続するための手段が、前記テストの対応するインターフェイス・ピンと一列に並ぶような仕方であり、前記アライメント・プレートを通して延びることを特徴とする、ハイブリッド試験用取付具。

【0047】2. 前記1つ以上の長いテスト・プローブは、1つ以上の長い中実のテスト・プローブであり、該

忠実のテスト・プローブは、前記プローブ取付プレートに取り付けられ、それを通して延びる1つ以上のバネ・プローブによって、前記1つ以上の長いテスト・プローブ、及び前記1つ以上のバネ・プローブのうちの前記少なくとも1つと、前記インターフェイス・プローブを電気的に接続するための前記手段に電気的に接続され、前記プローブ取付プレートに取り付けられた前記1つ以上のバネ・プローブは、前記プローブ取付プレートに取り付けられた1つ以上のパーソナリティ・ピンの少なくとも1つのワイヤラップ・ポストにワイヤ・ラッピングされ、前記プローブ取付プレートに取り付けられた前記1つ以上のバネ・プローブは、前記テストを受ける装置上の対応する制限アクセス・テスト・ターゲットと接触状態で、前記1つ以上の長い中実のテスト・プローブを作動させることを特徴とする、前項1に記載のハイブリッド試験用取付具。

【0048】3. 前記1つ以上の長いテスト・プローブは、プローブ・プランジャと、バレルまたはソケットを備えたバネ・プローブ・アセンブリを含み、前記プローブ・プランジャは、前記複数のガイド・プレートのホールを通して延び、対応するテスト・ターゲットに接触し、前記バネ・プローブ・アセンブリは、前記プローブ取付プレートに取り付けられ、それを通して延びるパーソナリティ・ペグによって、パーソナリティ・ピンに電気的に接続され、前記パーソナリティ・ペグは、前記前記プローブ取付プレートに取り付けられた前記パーソナリティ・ピンの少なくとも1つのワイヤラップ・ポストにワイヤ・ラッピングされ、前記バネ・プローブ・アセンブリは、前記パーソナリティ・ペグと接触状態にあり、前記プローブ・プランジャは、一方の端部において、前記バネ・プローブ・アセンブリと接触状態にあり、他方の端部において、対応するテスト・ターゲットと接触状態にあることを特徴とする、前項1に記載のハイブリッド試験用取付具。

【0049】4. 前記1つ以上の長いテスト・プローブは、プローブ・プランジャ、及びワッフル端付きバネ・プローブ・アセンブリを含み、前記プローブ・プランジャは、前記複数のガイド・プレートのホールを通して延び、対応するテスト・ターゲットと接触し、前記ワッフル端付きバネ・プローブ・アセンブリは、パーソナリティ・ポストによって、パーソナリティ・ピンに電気的に接続され、前記パーソナリティ・ポストは、前記プローブ取付プレートに取り付けられた前記パーソナリティ・ピンの前記ワイヤラップ・ポストにワイヤ・ラッピングされ、前記ワッフル端付きバネ・プローブ・アセンブリは、前記パーソナリティ・ポストと接触状態にあり、前記プローブ・プランジャは、一方の端部において、前記ワッフル端付きバネ・プローブ・アセンブリと接触状態にあり、他方の端部において、対応するテスト・ターゲットと接触状態にあることを特徴とする、前項1に記載

のハイブリッド試験用取付具。

【0050】5. 前記上部ガイド・プレートに取り付けられた前記1つ以上のバネ・プローブは、前記上部ガイド・プレートに取り付けられた前記1つ以上のバネ・プローブから前記ガイド・プレートを通して延びる長いワイヤラップ・テールによって、1つ以上のパーソナリティ・ピンに電氣的に接続され、前記長いワイヤラップ・テールは、前記プローブ取付プレートを通して延び、前記1つ以上のパーソナリティ・ピンの1つのワイヤラップ・ポストにワイヤ・ラッピングされることを特徴とする、前項1に記載のハイブリッド試験用取付具。

【0051】6. 前記上部ガイド・プレートに取り付けられた前記1つ以上のバネ・プローブは、前記1つ以上のバネ・プローブに接続され、且つ前記ガイド・プレートを通して延びるワイヤによって、1つ以上のパーソナリティ・ピンに電氣的に接続され、前記ワイヤは、前記プローブ取付プレートに取り付けられたパーソナリティ・ポストに接続され、該パーソナリティ・ポストは、前記プローブ取付プレートを通して延び、前記1つ以上のパーソナリティ・ピンのワイヤラップ・ポストに接続されることを特徴とする、前項1に記載のハイブリッド試験用取付具。

【0052】7. 前記上部ガイド・プレートに取り付けられた前記1つ以上のバネ・プローブは、前記1つ以上のバネ・プローブに接続され、前記ガイド・プレートを通して延び、また、前記プローブ取付プレートに取り付けられたパーソナリティ・ポストに接続するワイヤによって、1つ以上のパーソナリティ・ポストに電氣的に接続され、前記パーソナリティ・ポストは、前記プローブ取付プレート及び前記アライメント・プレートを通して延び、前記パーソナリティ・ポストは、前記テストの対応するインターフェイス・ピンと一列に並ぶことを特徴とする、前項1に記載のハイブリッド試験用取付具。

【0053】

【発明の効果】本発明は上述のように構成したので、標準アクセスの非洗浄テスト・ターゲットと、制限アクセスの非洗浄テスト・ターゲットの両方を含む実装済みプリント回路基板の精巧なイン・サーキット及び機能試験を行うことが可能となる。

【0054】また、長い傾斜したテスト・プローブ、ガイド・プレート、及び制限されたプローブ先端の移動によって、小形でピッチの精細なターゲットを探索する試験用取付具の能力が向上する。

【0055】さらに、バネ・プローブ、ワイヤラップ、パーソナリティ・ピン、及びアライメント・プレートによって、複雑なテスト資源割り当てが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】従来のショートワイヤ試験用取付具の切り取り図である。

【図2】従来の「ULTRALIGN」試験用取付具の切り取り

図である。

【図3】従来のガイド付きプローブ保護プレートの切り取り図である。

【図4】従来の裸基板並進試験用取付具の切り取り図である。

【図5】標準アクセス・テスト・ターゲットと制限アクセス・テスト・ターゲットの両方の探索が可能な、本発明によるハイブリッド実装済み基板のガイド付きプローブ試験用取付具の切り取り図である。

【符号の説明】

500 ハイブリッド試験用取付具

502 インターフェイス・プローブ

504 アライメント・プレート

510 パーソナリティ・ピン

514 パーソナリティ・ポスト

515 ワイヤラップ

516 ワイヤラップ

518 パーソナリティ・ポスト

520 中実ポスト

522 並進ガイド・プレート

524 プローブ取付プレート

526 上部ガイド・プレート

532 バネ・プローブ

534 制限アクセス・ターゲット

536 DUT

538 バネ・プローブ

540 バネ・プローブ

544 ワッフル端付きバネ・プローブ・アセンブリ

546 テスト・プローブ

548 テスト・プローブ

550 バネ・プローブ・アセンブリ

552 バネ・プローブ・アセンブリ

554 テスト・プローブ

556 ワイヤラップ・テール

558 ワイヤラップ

560 パーソナリティ・ペグ

562 パーソナリティ・ポスト

564 ワイヤラップ

566 ワイヤラップ

568 パーソナリティ・ピン

570 パーソナリティ・ピン

572 パーソナリティ・ピン

574 標準アクセス・ターゲット

576 標準アクセス・ターゲット

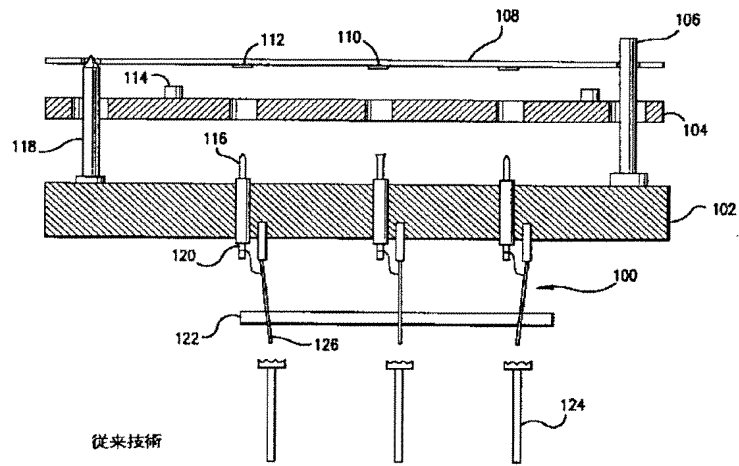
578 パーソナリティ・ピン

580 並進取付具

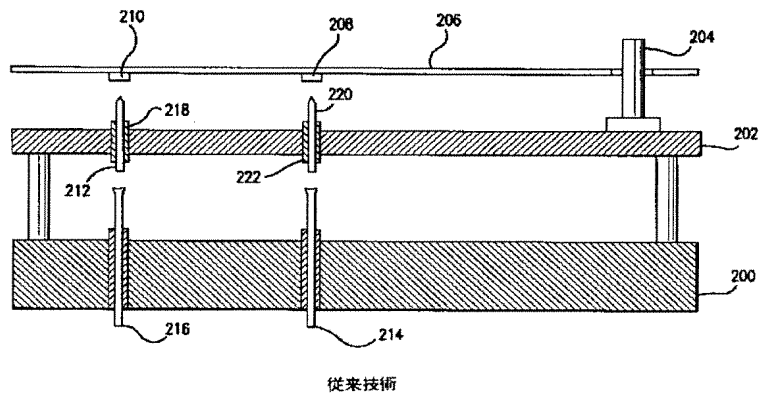
582 プローブ取付プレート／アライメント・プレート・アセンブリ

584 ワイヤラップ

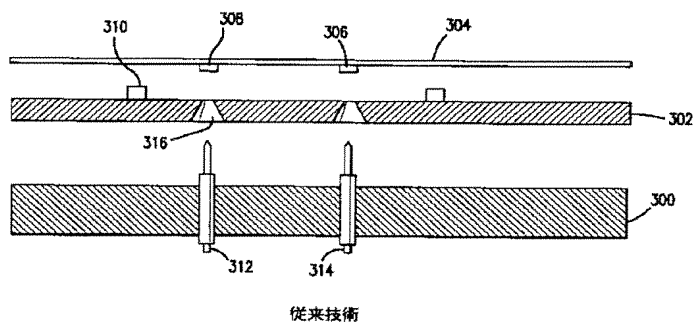
【図1】



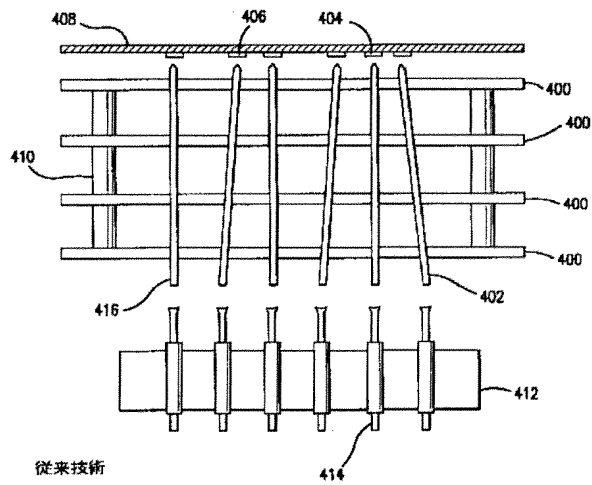
【図2】



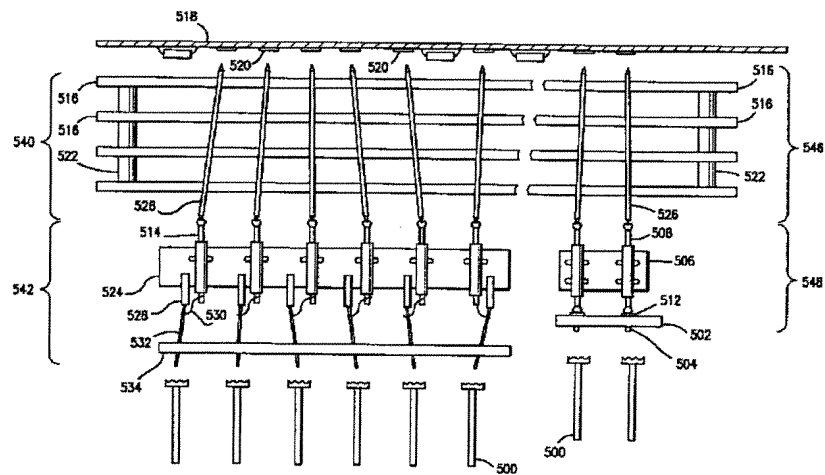
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 レーニー・シー・ペルツェ
 アメリカ合衆国コロラド州80304, ボウル
 ダー, アパートメント・13エイ, アルパイ
 ン・アヴェニュー・1303